

TUGAS SARJANA

PENGUJIAN *METAL CONTENT*

**DI MINYAK PELUMAS PADA MESIN BERBAHAN BAKAR BENSIN
SPIRITUS DENGAN ALAT PENGHEMAT BBM**



Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1)

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Diponegoro

Disusun oleh:

KURNIAWAN EKA W

L2E 604 218

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2010

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada

Nama : Kurniawan Eka W

NIM : L2E 604 218

Dosen Pembimbing : Ir. Arijanto, MT.

Judul : Pengujian *Metal Content* di Minyak Pelumas pada
Mesin Berbahan Bakar Bensin Spiritus dengan
Alat Penghemat BBM

Isi Tugas :

1. Melakukan survey pengaruh penggunaan Elektrolizer HHO pada mesin bensin.
2. Mempersiapkan mesin uji.
3. Melakukan pengujian pada mesin uji.

Semarang, Maret 2010

Pembimbing



Ir. Arijanto MT

NIP. 195301211983121001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana yang berjudul **“Pengujian *Metal Content* di Minyak Pelumas pada Mesin Berbahan Bakar Bensin Spiritus dengan Alat Penghemat BBM”** telah disetujui pada:

Hari :
Tanggal : 2010

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir



Dr. MSK Tony Suryo U, ST, MT

NIP. 197104211999031003

Menyetujui,
Pembimbing



Ir. Arijanto MT

NIP. 195301211983121001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

**"Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia
yang memberi kekuatan kepadaku"**

(Filipi 4:13)

Tugas sarjana ini saya persembahkan untuk:

- **Papa dan Mamaku tercinta, karena doa yang kalian naikkan setiap malam memberiku semangat untuk terus maju, walaupun bukan perkara mudah.**
- **Saudaraku: Krisna, Adhi dan Ra, yang selalu menjadi inspirasi dan memberiku semangat, Tuhan memberkati.**
- **Teman-teman terbaikku yang telah mendukungku.**
- **Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Mesin Jaya..!!!**

ABSTRAK

Tren harga BBM fosil yang selalu meningkat dan ketersediannya di alam yang terus menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui mendorong untuk mencari solusi menyiasati masalah tersebut. Salah satu solusinya adalah dengan kombinasi BBM premium dan spiritus ditambah dengan penghemat BBM elektrolizer HHO. Kombinasi ini akan berakibat pada kondisi mesin. Penelitian dilakukan dengan menguji minyak pelumas pada mesin dengan beban rata-rata dan putaran atau RPM kerja selama sepuluh jam. Kemudian dari sampel minyak pelumas dilakukan pengujian viskositas dan *metal content* di laboratorium. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi pada pelumas mesin menggunakan bahan bakar premium spiritus tanpa menggunakan penghemat BBM elektrolisis HHO lebih baik dibandingkan dengan menggunakan penghemat BBM elektrolisis HHO.

Kata kunci : spiritus, HHO, viskositas, *metal content*

ABSTRACT

Fossil fuel price trend that's always increase and fossil fuel supply in nature that's always decrease because of it's unrenewable properties push us to find solution to solve this problems. One of the solution is combination of premium fuel, methylated spirit and electrolizer HHO fuel saver. This combination will affect to engine condition. Research done by testing the engine oil after ten hours running times at working RPM and average load. Then the oil samples tested at the laboratory to find out the viscosities and metal content on the oil. Test result show that the oil sample came from engine using gasoline and Methylated Spirit mixture fuel without Electrolizer HHO fuel saver is better than the oil sample using Electrolizer HHO fuel saver.

Keyword: Methylated Spirit, HHO, viscosities, metal content

KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera,

Puji dan sembah syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik.

Tugas Sarjana ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Arijanto, MT, selaku pembimbing atas bimbingan, saran dan pemikiran yang sangat berguna bagi penyusunan Tugas Sarjana ini.
2. Dr. Ir. Berkah Fajar T.K, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang
3. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan bimbingannya dalam belajar.
4. Segenap staf TU Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu.
5. Mas Broto selaku laboran Lab.Thermo-Fluida yang banyak membantu penulis dalam melakukan pengujian.
6. Muhamad Budi P, M Hadi Saputra, Tri Hadi Setiawan rekan sekerja seperjuangan.
7. Seluruh rekan Teknik Mesin'04 Ext Universitas Diponegoro yang selama kuliah telah membantu dalam bertukar pikiran dan pengalaman.
8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebut satu per satu, dan telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Sarjana ini.

Penulis sadar bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari sempurna. Segala kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang akan sangat dihargai. Semoga Tugas Sarjana ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semarang, Maret 2010

Penulis

Kurniawan Eka W
L2E 604 218

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN ABSTRAK.....	v
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
NOMENKLATUR.....	xv
DAFTAR PUSTAKA	xvi
Bab I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	5
Bab II Dasar Teori.....	6
2.1. Motor Bensin 4 Langkah.....	6
2.1.1. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah.....	6
2.1.2. Siklus Otto	8
2.1.3. Siklus Aktual Motor Bensin 4 Langkah	10
2.2. Pelumas Mesin	11
2.2.1. Bahan Dasar Minyak Pelumas	13
2.2.2. Sifat-sifat Minyak Pelumas	13
2.2.3. Klasifikasi Minyak Pelumas Mesin	16

2.3.	Sistem Pelumasan pada Motor 4 Langkah	18
2.4.	Penghemat BBM	19
2.4.1.	Penghemat Bahan Bakar <i>Electrolyser</i> HHO	19
2.4.2.	Komponen Elektrolisis	21
2.4.3.	Metode Penghemat Bahan Bakar	22
2.5.	Bahan Bakar	27
2.5.1.	Premium	28
2.5.2.	Spiritus	29
2.6.	Proses Pembakaran pada Motor Bensin 4 Langkah	31
2.6.1.	Stoikiometri.....	31
2.6.1.	<i>Knocking</i>	32
2.7.	Komposisi Material Komponen Mesin	33
Bab III	Prosedur Pengujian	35
3.1.	Diagram Alir Metodologi Pengujian.....	35
3.2.	Mesin Uji.....	37
3.2.1.	Deskripsi Alat Uji	38
3.2.2.	<i>Tachometer</i>	38
3.2.3	<i>Thermocouple</i>	39
3.2.4.	<i>Stop Watch</i>	40
3.2.5.	Penghemat Bahan Bakar <i>Electrolizer</i> HHO	40
3.3.	Kalibrasi Alat Uji	42
3.4.	Prosedur Pengujian	43
3.4.1.	Persiapan Pengujian	43
3.4.2.	Langkah Pengujian.....	43
3.4.3.	Pengambilan Sampel Minyak Pelumas.....	44
3.5.	Pengujian Sampel Pelumas pada Laboratorium.....	44
3.5.1.	Pengujian Viskositas Menggunakan <i>Viscotester</i> VT-04.....	45
3.5.2.	Pengujian Metal Content Menggunakan AAS.....	46
Bab IV	Analisa Data Hasil Pengujian Pelumas	47
4.1.	Analisa Pengujian Viskositas pada Sampel Pelumas.....	47
4.2.	Analisa Pengujian Kandungan Material Logam	50

4.2.1.	Analisa Kandungan Unsur Logam Mangan	51
4.2.2.	Analisa Kandungan Unsur Logam Almunium.....	52
4.2.3.	Analisa Kandungan Unsur Logam Kromium	52
4.2.4.	Analisa Kandungan Unsur Logam Tembaga.....	53
4.2.5.	Analisa Kandungan Unsur Logam Besi.....	54
4.2.6.	Analisa Kandungan Unsur Logam Magnesium	55
4.2.7.	Analisa Kandungan Unsur Logam Nikel	56
4.2.8.	Analisa Kandungan Unsur Logam Timbal	57
4.2.9.	Analisa Kandungan Unsur Logam Seng.....	58
4.3.	Analisa Hasil Pengujian	58
Bab V	Penutup	63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		xiiv
LAMPIRAN		xiiiv
A.	Hasil Analisa Viskositas	
B.	Hasil Analisa Kandungan Logam	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Empat Langkah	7
Gambar 2.2	Diagram P – V siklus <i>Otto</i> (siklus volume konstan).....	9
Gambar 2.3	Diagram P-V siklus <i>Otto</i> ideal dan aktual pada motor 4 langkah.....	10
Gambar 2.4	Pelumasan pada Permukaan Logam.....	12
Gambar 2.5	Grafik Pengaruh Temperatur terhadap Viskositas	15
Gambar 2.6	Sistem Pelumasan pada Mesin Empat Langkah.....	18
Gambar 2.7	Sistem <i>Elektrolisa</i> Secara Umum.....	20
Gambar 2.8	Produk Komponen Metode Magnetik.....	23
Gambar 2.9	Skema Kerja Metode Magnetik	24
Gambar 2.10	Produk Komponen Metode Heater yang Beredar di Pasaran.....	25
Gambar 2.11	Metode Gabungan antara Heater dan Magnetik.....	26
Gambar 2.12	Macam-macam Zat Additive.....	26
Gambar 2.13	Struktur Kimiawi Ikatan Hidrokarbon Heptana Normal dan Iso- Oktana.....	29
Gambar 2.14	Pembakaran Tidak Normal pada Ruang Bakar.....	32
Gambar 3.1	Blok Diagram Pengujian	35
Gambar 3.2	Mesin Uji Daihatsu Classy 1295cc	37
Gambar 3.3	Skema Alat Pengujian	38
Gambar 3.4	Display Gas Analyzer Stargas 898.....	39
Gambar 3.5	Sensor Temperature Case (<i>Thermocouple</i>).....	39
Gambar 3.6	Stop Watch.....	40
Gambar 3.7	Sistem <i>Elektrolisa</i> Secara Umum.....	40
Gambar 3.8	Skema pemasangan <i>Electrolyser</i> HHO.....	41
Gambar 3.9	Kalibrasi Dinamometer	42
Gambar 3.10	Viscotester VT – 04	45
Gambar 3.11	Mesin AAS (<i>Atomic Absorption Spectrometer</i>).....	46
Gambar 4.1	Grafik Viskositas terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	49

Gambar 4.2	Grafik Kandungan Mangan, Mn (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	51
Gambar 4.3	Grafik Kandungan Alumunium, Al (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	52
Gambar 4.4	Grafik Kandungan Kromium, Cr (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	53
Gambar 4.5	Grafik Kandungan Tembaga, Cu (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	53
Gambar 4.6	Grafik Kandungan Besi, Fe (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	54
Gambar 4.7	Grafik Kandungan Magnesium, Mg (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	55
Gambar 4.8	Grafik Kandungan Nikel, Ni (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	56
Gambar 4.9	Grafik Kandungan Timbal, Pb (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	57
Gambar 4.10	Grafik Kandungan Seng, Zn (ppm) terhadap Penggunaan Penghemat Bahan Bakar pada Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin Spiritus	58
Gambar 4.11	Grafik Kandungan Semua Unsur Logam	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Pelumas Mesin SAE	17
Tabel 2.2 Karakteristik Spiritus.....	30
Tabel 4.1 Standar SAE	48
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Viskositas.....	48
Tabel 4.3 Unsur Logam pada Komponen Mesin Mobil Berbahan Bakar Bensin...	50
Tabel 4.4 Sumber Material Logam pada Sampel Pelumas.....	60
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Kandungan Logam	60
Tabel 4.6 Perubahan Kadar Unsur pada Sampel Minyak Pelumas	62

NOMENKLATUR

Notasi	Keterangan	Dimensi
Cu	Tembaga	-
Cr	Kromium	-
Pb	Timbal	-
Mn	Mangan	-
Ni	Nikel	-
Fe	Besi	-
Zn	Seng	-
Mg	Magnesium	-
m	Massa	(kg)
P	Tekanan	(Pa)
S	Entropi	-
T	Temperatur	(°C)
t	waktu	(sekon)
Z	viskositas absolut	(cP)
Zk	viskositas kinematik	(cSt. $10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$)